

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
центр детского (юношеского) технического творчества
Красногвардейского района Санкт-Петербурга
«Охта»

Образовательный проект

**«Токсичность отработавших газов.
Снижение отрицательного воздействия на окружающую среду»**

Автор проекта:
Шлапоберский А.А.
педагог дополнительного образования
ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта»

Санкт-Петербург
2016г.

I. Актуальность проекта:

В последние десятилетия в связи с быстрым развитием автомобильного транспорта существенно обострились проблемы воздействия его на окружающую среду. Автомобили сжигают огромное количество нефтепродуктов, нанося одновременно ощутимый вред окружающей среде, главным образом атмосфере. Поскольку основная масса автомобилей сконцентрирована в крупных городах, воздух этих городов не только обедняется кислородом, но и загрязняется вредными компонентами отработавших газов. С каждым годом количество автотранспорта растет, а, следовательно, растет содержание в атмосферном воздухе вредных веществ.

Постоянный рост количества автомобилей оказывает определенное отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека.

Актуальность работы над проектом обусловлена возрастающим количеством автомобильного транспорта и решением проблемы его воздействия на качество городской среды и здоровье населения.

2017 год в России объявлен Годом экологии. Общественная организация «Всероссийское общество автомобилистов» (далее ОО «ВОА») в своей деятельности большое внимание уделяет не только вопросам безопасности на дорогах и магистралях, но и вопросам профилактики загрязнения окружающей среды.

В рамках развития социального партнерства с целью объединения общих интересов и усилий в решении важной проблемы по защите окружающей среды Красногвардейское отделение ОО «ВОА» обратилось к ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта» с предложением провести исследование уровня и токсичности выбросов вредных веществ автомобильными двигателями и определить пути улучшения их экологических показателей на примере автобуса городского типа модели «Волжанин Ситиритм 12».

Предложение было рассмотрено на Совете Центра, принято положительное решение о выполнении совместной работы. Педагогом-новатором Шлапоберским А.А. разработан образовательный проект, реализация которого заинтересовала воспитанников третьего и четвертого года обучения объединения «Автомодельный спорт». Для проведения исследования и стендовых испытаний администрацией ОО «ВОА» был предоставлен двигатель модели MAN D0836 LON64 и все необходимые для работы материалы.

II. Цель проекта:

Снижение уровня негативного воздействия на окружающую среду вредных компонентов отработавших газов автомобильных двигателей через уменьшение на эксплуатационном уровне количества вредных выбросов отработанных газов, выбрасываемых в атмосферу.

Объект исследования: снижение токсичности автомобильных двигателей на эксплуатационном уровне.

Предмет исследования: автомобильный двигатель модели MAN D0836 LON64.

Гипотеза: Положительные результаты, полученные в рамках реализации проекта, позволят внести вклад в решение проблемы загрязнения атмосферы отработавшими газами автомобильных двигателей.

III. Задачи проекта:

- изучение исследования состава отработавших газов и их влияние на здоровье человека;
- исследование и изучение особенностей дизельного двигателя MAN D0836 LON64 на всех режимах его работы и произвести замеры дымомером;
- построение математической модели изменения оптимального угла опережения впрыска топлива в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- внесение изменения в работу дизельного двигателя для уменьшения вредных выбросов в атмосферу.

В основу работы над проектом положены идеи, отраженные в стратегических документах РФ.¹

Участники проекта:

Обучающиеся третьего и четвертого года обучения объединения «Автомодельный спорт».

Организации – партнеры: Общественная организация «Всероссийское общество автомобилистов», «СПБ ГУП ПАССАЖИР АВТОТРАНС» Автобусный парк №6, СПБ Государственный архитектурно-строительный университет.

IV. Этапы реализации проекта:

Наименование этапа	Содержание деятельности
Аналитико-поисковый	Осуществление анализа информации различных источников, (в том числе интернет-источников), стратегических документов РФ по теме проекта, конкретизация задач предстоящей работы, определение её форм и методов.
Практический	Изучение работы двигателя MAN D0836 LOH64, в том числе на минимальных и максимальных нагрузках. Изучение и анализ состава отработавших газов, двигателя, их влияния на организм человека. Построение математической модели изменения оптимального угла опережения впрыска топлива в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала двигателя. Проведение экспериментальной практической работы (стендовых испытаний) для определения путей улучшения экологических показателей автомобильного двигателя. Определение конечных технических решений (установка оптимального угла опережения впрыска, оптимизация частоты вращения коленчатого вала, регулировка давления и температуры впрыскиваемого топлива) внесение изменений в работу двигателя на основании данных математической модели для уменьшения токсичности отработавших газов данного двигателя.
Итоговый	Анализ результатов Выводы Презентация проекта Представление отчетных материалов.

Работа над проектом:

Для работы дизельного двигателя очень большое значение имеют процесс смесеобразования и непосредственно следующий за ним процесс сгорания. В дизельных двигателях топливо впрыскивается за тысячные доли секунды, при этом оно сгорает не

Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации (распоряжение Правительства РФ от 4.09.2014 г. № 1726-р); Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020г., (распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 г. №1662-р); Указ Президента РФ от 01.06.2012 N 761 "О Национальной стратегии действий в интересах детей на 2012 - 2017 годы"; Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утв. Президентом Российской Федерации 30 апреля 2012 г.

мгновенно, а в течение определенного времени. Дизель имеет наилучшие мощностные и экономические показатели работы, если топливо сгорает при нахождении поршня около верхней мертвой точки (т.е. положения, которое соответствует максимальному расстоянию между любой точкой поршня и осью вращения коленчатого вала). Чтобы обеспечить выполнение этого требования, необходимо впрыскивать топливо с опережением, то есть до прихода поршня в верхнюю мертвую точку. Величину опережения, выраженную в градусах угла поворота коленчатого вала, называют *углом опережения впрыска*.

Каждый дизельный двигатель для своего оптимального режима своей работы имеет определенный (наилучший) угол опережения впрыска. При изменении угла опережения впрыска снижаются мощностные и экономические показатели дизельного двигателя. Величина угла опережения впрыска зависит от давления впрыска, химического состава топлива, температуры воздуха в конце такта сжатия, числа оборотов коленчатого вала дизеля, количества подаваемого топлива. Если впрыскивать топливо в цилиндр слишком рано (угол опережения впрыска очень большой), когда температура сжимаемого воздуха недостаточно высока, топливо будет плохо испаряться, и часть его до самовоспламенения успеет осесть на стенках камеры. Кроме того, вследствие начавшегося сгорания топлива повышается давление газов в камере, и они будут противодействовать движению поршня в верхнюю мертвую точку. Работа дизеля ухудшается также и при слишком позднем впрыске. Топливо в этом случае сгорает при такте расширения, когда скорость сгорания значительно понижается, а поверхность соприкосновения горячих газов со стенками цилиндра увеличивается. В этом случае много тепла будет отдано в охлаждающую воду и выброшено с отработавшими газами. [1]

Математическая модель.

Название: Математическая модель оптимизации угла опережения впрыска топлива автомобильного двигателя MAN D0836 LOH64.

Назначение: улучшение топливной экономичности дизельного двигателя за счет выдерживания в процессе работы оптимальных параметров топливоподачи при изменяющихся нагрузке или частоте вращения двигателя.

Описание: при изучении и исследовании работы дизельного двигателя MAN D0836 LOH64 на различных скоростных и нагрузочных режимах было получено поле оптимальных величин угла опережения впрыска топлива. Математическая обработка результатов по критерию минимального часового расхода топлива проводилась по компьютерной программе bio mediacal data pac (bmdp). В результате была получена математическая модель изменения оптимального угла опережения впрыска топлива в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала:

$$j_{\text{опт}} = 19,44 + 1,9 \ln e_{1,04} + 6,89 n^{2,48} 10^{-10}, \quad (1)$$

где $j_{\text{опт}}$ – оптимальный угол опережения впрыска топлива, град. п.к.в. до ВМТ; n_e – мощность, развиваемая двигателем, кВт; n – частота вращения коленчатого вала, мин^{-1} . [2]

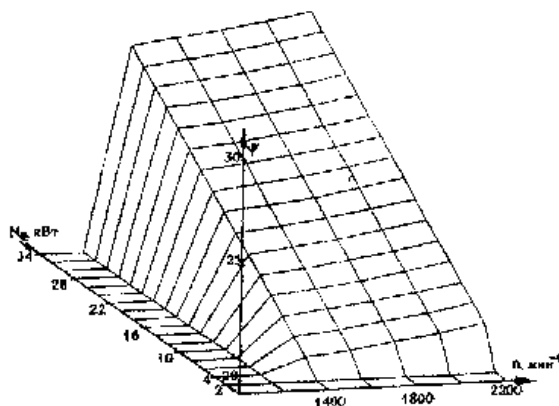


Рис. 1 Зависимость оптимального угла опережения впрыска топлива от загрузки двигателя и частоты вращения коленчатого вала.

На рисунке представлена базовая характеристика для управления углом опережения впрыска, топлива дизеля MAN D0836 LOH64, оптимизированная по топливной экономичности в

заданном диапазоне $n=1400\dots2200 \text{ мин}^{-1}$, $n_e=4\dots34 \text{ кВт}$.

Данная зависимость позволяет применять существующие автоматические регулирующие устройства угла впрыска топлива с элементами обратной связи по частоте вращения коленчатого вала и величине цикловой подачи. [2]

V. Конечный продукт

С теоретической точки зрения конечным продуктом данного проекта является математическая модель, которая позволила определить оптимальный угол опережения впрыска топлива в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала на примере дизельного двигателя MAN D0836 LOH64

С практической точки зрения конечным продуктом данного проекта является получение оптимального угла опережения впрыска на дизельном двигателе MAN D0836 LOH64, что позволяет на эксплуатационном уровне уменьшить количество вредных выбросов отработавших газов, выбрасываемых в атмосферу дизельным двигателем.

VI. Ресурсное обеспечение

- мультимедийное оборудование;
- компьютерная программа bio mediacal data pac (bmdp);
- дизельный двигатель MAN D0836 LOH64;
- стенд для обкатки и испытания двигателей.

VII. Заключение

Определение и получение оптимального значения угла опережения впрыска топлива соответствует не только наибольшей мощности и экономичности дизельного двигателя при работе на номинальном скоростном режиме, но и позволяет на эксплуатационном уровне уменьшить количество вредных выбросов отработавших газов, выбрасываемых в атмосферу дизельным двигателем, что экспериментально доказано в процессе работы над проектом.

VIII. Практическая значимость исследования:

Практическая значимость проекта заключается в том, что положительные результаты, полученные в рамках его реализации, позволяют внести вклад в решение проблемы загрязнения атмосферы отработавшими газами автомобильных двигателей.

Материалы исследования, проектная работа могут служить основой тем семинаров и конференций, экологических симпозиумов, учебных занятий курсов повышения квалификации педагогов.

В результате работы над проектом учтены цели государственной политики в сфере экологии, объединены интересы обучающихся, педагогов, социальных партнеров.

Библиографический список

1. *Гусаков С.В.* Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 288 с.
2. *В. П. Алексеев, В. Ф. Воронин, Л. В. Грехов и др.* Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» — 4-е изд., перераб. и доп.—М.: Машиностроение, 2010. —288 с.

Приложение 1

Сегодня порядка 60% из общего количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу крупных городов, приходится на автомобильный транспорт.

В состав отработавших газов ДВС входит более 200 различных химических веществ. Среди них:

- продукты неполного сгорания в виде оксида углерода, альдегидов, кетонов, углеводородов, водорода, перекисных соединений, сажи;
- продукты термических реакций азота с кислородом – оксиды азота;
- соединения неорганических веществ, которые входят в состав топлива, – свинца и других тяжелых металлов, диоксид серы и др.;
- избыточный кислород.

Количество и состав отработавших газов определяются конструктивными особенностями двигателей, их режимом работы, техническим состоянием, качеством дорожных покрытий, метеоусловиями. При полном сгорании углеводородов конечными продуктами являются углекислый газ и вода. Однако полного сгорания в поршневых двигателях внутреннего сгорания достичь технически невозможно.

В таблице 1.1 приведена характеристика городского ритма движения автомобиля и усредненные значения выбросов в процентах к их суммарному значению за полный цикл условного городского движения.

Таблица 1.1

Характеристика городского ритма движения автомобиля

Режим работы двигателя	Параметры работы двигателя, %					
	Время работы	Расход топлива	Объем отработавших газов	Выбросы		
				CO	CnHm	NOx
Холостой	40	15	10	20	17	0
Разгон	18	35	45	30	30	80
Установившихся	30	37	40	38	28	19
Замедление	12	13	5	12	25	1

Оксиды азота в отработавших газах образуются в результате обратимой реакции окисления азота кислородом воздуха под воздействием высоких температур и давления. Воздействие NO₂ способствует развитию заболеваний легких. Симптомы отравления проявляются только через 6 часов в виде кашля, удушья, возможен нарастающий отек легких. Также NO_x участвуют в формировании кислотных дождей.

Причиной образования углеводородов (СН) является неоднородность состава горючей смеси в камере сгорания двигателя, а также неравномерность температуры и давления в различных ее частях. В некоторых зонах цилиндра (паразитных объемах) топливо практически не сгорает, так как происходит, обрыв цепной реакции окисления углеводородов.

Отдельные углеводороды СН (бензапирен) являются сильнейшими канцерогенными веществами, переносчиками которых могут быть частички сажи.

При работе двигателя на этилированных бензинах образуются частицы твердого оксида свинца вследствие распада тетраэтилсвинца. В отработавших газах они содержатся в виде мельчайших частиц размером 1–5 мкм, которые долго сохраняются в атмосфере. Присутствие свинца в воздухе вызывает серьезные поражения органов пищеварения, центральной и периферической нервной системы. Воздействие свинца на кровь проявляется в снижении количества гемоглобина и разрушении эритроцитов.

Состав отработавших газов дизельных двигателей отличается от бензиновых. В дизельном двигателе происходит более полное сгорание топлива. При этом образуется меньше окиси углерода и несгоревших углеводородов. Но, вместе с этим, за счет избытка воздуха в дизеле образуется большее количество оксидов азота.

Кроме того, работа дизельных двигателей на определенных режимах характеризуется дымностью. Черный дым представляет собой продукт неполного сгорания и состоит из частиц углерода (сажи) размером 0.1–0.3 мкм. Белый дым, образующийся в основном при работе двигателя на холостом ходу, состоит, главным образом, из альдегидов, обладающих раздражающим действием, частичек испарившегося топлива и капелек воды. Голубой дым образуется при охлаждении на воздухе отработавших газов. Он состоит из капелек жидких углеводородов.

Особенностью отработавших газов дизельных двигателей является содержание канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, среди которых наиболее вреден диоксин (циклический эфир) и бензапирен. Последний, так же, как и свинец, относится к первому классу опасности загрязняющих веществ. Диоксины и близкие им соединения во много раз токсичнее таких ядов, как кураре и цианистый калий.

Таблица 1.2

Количество токсичных компонентов (в г), образующееся при сгорании 1 кг топлива

Загрязняющее вещество	Бензин	Дизельное топливо
Оксид углерода	465	21
Углеводороды	23	4
Оксиды азота	15	18
Диоксид серы	2	8
Альдегиды	1	1
Сажа	1	5
Свинец	0,5	0
Всего	507,5	57

Вещества, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, могут вызвать прогрессирующие поражения центральной нервной системы, печени, почек, мозга, половых органов, летаргию, синдром Паркинсона, пневмонию, эндемическую атаксию, подагру, бронхиальный рак, дерматиты, интоксикацию, аллергию, респираторные и другие заболевания. Вероятность возникновения заболеваний возрастает по мере увеличения времени воздействия вредных веществ и их концентрации.